



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 スラストフランジを軸部の一端部に有した軸体が、前記スラストフランジに沿う方向のスラストプレートにより閉塞されるスリーブの内部に回転自在に配置され、前記スラストプレートに対向する前記スラストフランジの一側面とそれに背反する他側面の少なくとも一方、前記軸体とスリーブとの間に充填される流体に動圧を発生させる動圧発生溝が形成された動圧型スラスト軸受け装置を製造するに際して、一端部の外周に凹凸部が形成された軸部を下部金型に形成された小径穴部に嵌入するとともに、円環板状のフランジ材を前記軸部の一端部に外挿して、前記小径穴部の軸心と交わる方向の下部金型の端面に載置し、このフランジ材を上部金型との間で板厚方向にプレスして塑性変形させることにより、前記フランジ材の予め決めた側面に、対向する前記下部金型あるいは上部金型に形成された凸部によって前記動圧発生溝を形成するとともに、前記フランジ材の内周を前記軸部の凹凸部に嵌合させ、前記スラストフランジを軸部の一端部に有した軸体を作成することを特徴とする動圧型スラスト軸受け装置の製造方法。

【請求項2】 フランジ材の外周を、下部金型あるいは上部金型に小径穴部と同軸状に形成された大径穴部の内周面で拘束することを特徴とする請求項1記載の動圧型スラスト軸受け装置の製造方法。

【請求項3】 軸部は、小径穴部内で1μm～3μmの間隙を形成する外径寸法を有し、フランジ材は、軸部の凹凸部に対して10μm～50μmの間隙を形成する内径寸法を有したことを特徴とする請求項1記載の動圧型スラスト軸受け装置の製造方法。

【請求項4】 軸部の凹凸部が、この軸部に対して相対的に回転するスリーブとスラストプレートとからなる回転体による回転トルク方向に対して締まり方向にネジ切りされたネジ部であることを特徴とする請求項1記載の動圧型スラスト軸受け装置の製造方法。

【請求項5】 軸部のネジ部は、塑性変形後のフランジ板材の板厚より短い軸心方向長さを有したことを特徴とする請求項4記載の動圧型スラスト軸受け装置の製造方法。

【請求項6】 請求項1に記載された動圧型スラスト軸受け装置の軸体の製造に用いられる金具であって、軸部が嵌入する小径穴部と円環板状のフランジ材が嵌入する大径穴部とが同軸状に形成された下部金型と、前記大径穴部内に露出した前記軸部の一端部に外挿され前記大径穴部に嵌入された前記フランジ材を板圧方向に圧縮可能な上部金型とからなり、前記フランジ材の予め決められた側面に対向する前記下部金型あるいは上部金型の対向面に、前記動圧発生溝に相応する凸型が形成された金型。

【請求項7】 請求項1に記載された動圧型スラスト軸受け装置の軸体の製造に用いられる動圧型スラスト軸受け装置製造装置であって、

一定方向に送られる板材からフランジ材を打ち抜く打抜金型と、この打抜金型の下流で前記フランジ材を拘束し圧縮する請求項9記載の圧縮金型とを組み合わせた金型工具を有したプレス加工機と、

前記プレス加工機の圧縮金型に対して、一端部の外周に凹凸部が形成された軸部を供給する軸部供給手段と、

10 前記プレス加工機の圧縮金型における圧縮加工で前記フランジ材に軸部が一体化されてなる軸体を搬出する加工品搬出手段とを備えた動圧型スラスト軸受け装置製造装置。

【請求項8】 スラストフランジを軸部の一端部に有した軸体が、前記スラストフランジに沿う方向のスラストプレートにより閉塞されるスリーブの内部に回転自在に配置され、前記スラストプレートに対向する前記スラストフランジの一側面とそれに背反する他側面の少なくとも一方、前記軸体とスリーブとの間に充填される流体に動圧を発生させる動圧発生溝が形成された動圧型スラスト軸受け装置であって、

20 前記軸体の軸部は一端部の外周に凹凸部を有し、前記軸体のスラストフランジは、プレス加工により塑性変形して前記軸部の凹凸部に内周の穴部において固着され前記動圧発生溝が形成されたことを特徴とする動圧型スラスト軸受け装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、小型モーターなどに使用される流体軸受け装置を構成する動圧型スラスト軸受け装置、その製造方法および製造装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、磁気ディスク駆動装置等の情報機器には、流体軸受け装置を用いたスピンドルモーターが使用されている。流体軸受け装置を構成する動圧型スラスト軸受け装置は、図11に示すように、スラストフランジ1が軸部2の一端部に固着された軸体3が、前記スラストフランジ1に沿う方向のスラストプレート4によって閉塞されたスリーブ5の内部に回転自在に配置され、前記軸部2とスリーブ5との間隙及びスラストフランジ1とスラストプレート4との間隙に潤滑油などの流体6が充填されている。スラストフランジ1とスラストプレート4の少なくとも一方の対向面には、図12に示すような、折れ曲がり部を持った動圧発生用グループ7が形成されている。

【0003】 そしてそれにより、スラストフランジ1と軸部2とからなる軸体3を固定軸とし、スラストプレート4とスリーブ5とを回転体として、回転体を回転させることにより、動圧発生用グループ7の折れ曲がり部に流体を集めて動圧を発生させ、回転体を固定軸から浮上

状態（非接触状態）に維持するように構成されている。ただし、スラストプレート4とスリーブ5とを固定体とし、スラストフランジ1と軸部2とを回転体とする構成も可能である。

【0004】なお、図示した軸体3では、回転体の回転中に発生するスラストフランジ1に対する推力に対応するため、軸部2とスラストフランジ1とをビス8によって締結しているが、溶接や一体成形などの手法が採られることがある。動圧発生用グループ7は一般に、図示したようなV字型の他、U字型、スパイラル型、もしくはそれらに類似した形状の溝を複数連ねた形状とされる。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記したような回転体を回転させる際に発生する動圧、すなわち浮上量は、動圧発生用グループ7の溝本数や各溝の角度・幅・長さ・深さ・平面度等によって異なり、また組み立て後の軸部とスラストフランジとの直角度、回転体と固定体との相対回転数や間隙、さらには回転体と固定体との間に充填されている流体の粘度によって異なる。つまり、流体を介して発生する浮上量は、スラストフランジ1、軸部2、スラストプレート4、スリーブ5の各々の形状や精度に大きく影響される。

【0006】したがって、浮上量を安定して得るために、軸体3の側では、スラストフランジ1の形状精度、動圧発生用グループ7の形状精度、軸部2の外径精度、軸部2とスラストフランジ1との組み立て後の直角度等を高精度で確保しなければならない。そしてそのために、スラストフランジ1については、エッチング加工等による溝加工や両面研磨加工が不可欠であり、軸部2については、スラストフランジ1を締結するためのネジ立てや、直角度確保のための端面研磨等が不可欠であり、多くの加工工程や加工コストを要しているのが現状である。

【0007】本発明は上記問題を解決するもので、加工工程を低減しながらも、信頼性が高く、精度のよい動圧型スラスト軸受け装置を提供することを目的とする。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するためには、スラストフランジ接合用の凹凸部を一端に形成した軸部にスラストフランジ素材を嵌め込み、プレス加工機の中で、前記スラストフランジ素材に動圧発生溝を形成すると同時に、スラストフランジ素材を軸部に接合（一体化）するようにしたもので、組み立てされたスラストフランジと軸部との直角度も確保された精度のよい軸体を1プレス加工で製造することが可能になる。

【0009】すなわち、請求項1記載の本発明は、スラストフランジを軸部の一端部に有した軸体が、前記スラストフランジに沿う方向のスラストプレートにより閉塞されるスリーブの内部に回転自在に配置され、前記スラ

ストプレートに対向する前記スラストフランジの一側面とそれに背反する他側面の少なくとも一方に、前記軸体とスリーブとの間に充填される流体に動圧を発生させる動圧発生溝が形成された動圧型スラスト軸受け装置を製造するに際して、一端部の外周に凹凸部が形成された軸部を下部金型に形成された小径穴部に嵌入させるとともに、円環板状のフランジ材を前記軸部の一端部に外挿して、前記小径穴部の軸心と交わる方向の下部金型の端面に載置し、このフランジ材を上部金型との間で板厚方向にプレスして塑性変形させることにより、前記フランジ材の予め決めた側面に、対向する前記下部金型あるいは上部金型に形成された凸部によって前記動圧発生溝を形成するとともに、前記フランジ材の内周を前記軸部の凹凸部に嵌合させ、前記スラストフランジを軸部の一端部に有した軸体を作成することを特徴とする。

【0010】この製造方法によれば、プレス加工という1つの工程で、動圧発生溝の形成と、フランジ材・軸部間の接合および直角度の確保とを同時に達成できる。また切削・研削等の前加工を施さないフランジ材を用いても、スラストフランジの両面の平面度・平行度の精度を確保できる。したがって、従来のような、フランジ材と軸部とを締結するためのタップ穴・ネジ穴等を形成する工程、ネジ止めや溶接などの締結工程、組み立て後の直角度を確保するための軸部の端面研磨などの工程、フランジ材に前もって動圧発生溝を形成したり研磨する工程、を必要とせず、工程数を削減できる。

【0011】請求項2記載の本発明は、請求項1記載の動圧型スラスト軸受け装置の製造方法において、フランジ材の外周を、下部金型あるいは上部金型に小径穴部と

30 同軸状に形成された大径穴部の内周面で拘束することを特徴とする。

【0012】このことにより、フランジ材を板厚方向に圧縮する際に、その内周部が軸部の凹凸部に嵌合するよう、軸心方向に流動させることができ容易になり、フランジ材（したがってスラストスランジ）の外径の管理も容易になる。

【0013】請求項3記載の本発明は、請求項1記載の動圧型スラスト軸受け装置の製造方法において、軸部は、小径穴部内で1μm～3μmの間隙を形成する外径寸法を有し、フランジ材は、軸部の凹凸部に対して10μm～50μmの間隙を形成する内径寸法を有したことを特徴とする。

【0014】このことにより、軸部とフランジ材と下部金型との位置関係から、軸部とフランジ材（したがってスラストフランジ）との間で、組み立て時に（したがって組み立て後も）高精度な直角度を確保できるとともに、組み立て品として、従来のネジ止めと同等あるいはそれ以上の耐抜去力及び耐回転トルク力と剛性とを確保することが可能である。

50 【0015】請求項4記載の本発明は、請求項1記載の

動圧型スラスト軸受け装置の製造方法において、軸部の凹凸部が、この軸部に対して相対的に回転するスリーブとスラストプレートとからなる回転体による回転トルク方向に対して締まり方向にネジ切りされたネジ部であることを特徴とする。

【0016】このことにより、耐抜去力及び耐回転トルク力を高め得る形状としては加工性の高いネジという形状によって、軸部とフランジ材（したがってスラストフランジ）との間で十分な前記耐抜去力及び耐回転トルク力を確保し、組み立て品としての剛性とを確保することが可能である。ネジ山のねじれ角度は、必要な耐抜去力と耐回転トルク力を特に考慮して、軸部の軸心に対して直角（0°）から平行（90°）の中から選択すればよい。ネジ部の形状も、必要な耐抜去力と耐回転トルク力とが得られるように適宜設定すればよく、外径が均一な形状であってもよいし、外径が軸部の軸心方向において変化した形状であってもよい。また、軸部の軸心に沿う方向における中央部ほどネジ山のピッチを小さく設定してもよく、軸部の軸心を通る断面におけるネジ山の形状が、三角形、四角形、台形、半円形、のこ歯形などのいずれかをなすように設定してもよい。

【0017】請求項5記載の本発明は、請求項4記載の動圧型スラスト軸受け装置の製造方法において、軸部のネジ部は、塑性変形後のフランジ板材の板厚より短い軸心方向長さを有したこととを特徴とする。

【0018】このことにより、終端のネジ山が止まり効用を発揮し、より十分な耐抜去力及び耐回転トルク力と剛性とを確保できる。請求項6記載の本発明は、請求項1に記載された動圧型スラスト軸受け装置の軸体の製造に用いられる金具であって、軸部が嵌入する小径穴部と円環板状のフランジ材が嵌入する大径穴部とが同軸状に形成された下部金型と、前記大径穴部内に露出した前記軸部の一端部に外挿され前記大径穴部に嵌入された前記フランジ材を板厚方向に圧縮可能な上部金型とからなり、前記フランジ材の予め決められた側面に對向する前記下部金型あるいは上部金型の対向面に、前記動圧発生溝に相応する凸型が形成されたことを特徴とする。

【0019】この金型によれば、下部金型の大径穴部を、フランジ材が適度な間隙、好ましくは10μm～30μmの間隙をもって嵌入する内径寸法に設定しておくことにより、フランジ材を軸部に対して容易に外挿することが可能になり、またフランジ板材を板厚方向に圧縮する際にこの大径穴部で外形を拘束して主に軸心方向に流動させることができる。よって、フランジ材と軸部との嵌め合いを自動化すること、およびプレス加工時にフランジ材（したがってスラストスランジ）の外径を管理することが容易になる。

【0020】請求項7記載の本発明は、請求項1に記載された動圧型スラスト軸受け装置の軸体の製造に用いられる動圧型スラスト軸受け装置製造装置であって、一定

方向に送られる板材からフランジ材を打ち抜く打抜金型と、この打抜金型の下流で前記フランジ材を拘束し圧縮する請求項9記載の圧縮金型とを組み合わせた金型工具を有したプレス加工機と、前記プレス加工機の圧縮金型に対して、一端部の外周に凹凸部が形成された軸部を供給する軸部供給手段と、前記プレス加工機の圧縮金型における圧縮加工で前記フランジ材に軸部が一体化されてなる軸体を搬出する加工品搬出手段とを備えたことを特徴とする。

10 【0021】この装置によれば、プレス加工機の単一の金型内で、フランジ材を打ち抜くと同時に先に打ち抜かれたフランジ材に対して軸部を一体化する、という複合加工を行なって、上記した軸体を完成することができる。よって、大幅な工程短縮を実現できる。

【0022】請求項8記載の本発明は、スラストフランジを軸部の一端部に有した軸体が、前記スラストフランジに沿う方向のスラストプレートにより閉塞されるスリーブの内部に回転自在に配置され、前記スラストプレートに對向する前記スラストフランジの一側面とそれに背反する他側面の少なくとも一方に、前記軸体とスリーブとの間に充填される流体に動圧を発生させる動圧発生溝が形成された動圧型スラスト軸受け装置であって、前記軸体の軸部は一端部の外周に凹凸部を有し、前記軸体のスラストフランジは、プレス加工により塑性変形して前記軸部の凹凸部に内周の穴部において固着され前記動圧発生溝が形成されたことを特徴とする。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、図面を用いて説明する。本発明の実施形態における動圧型スラスト軸受け装置は、先に図11および図12を用いて説明した従来の動圧型スラスト軸受け装置とほぼ同様の構成を有しているので、全体の図示を省略し、独特的構成部材である軸体3について、図11および図12と同一の符号を付して説明する。

【0024】図1において、9は金型工具であり、下部金型10と上部金型11とからなる。下部金型10は、大径穴部10aと小径穴部10bとが同軸状に配置された筒状体であり、大径穴部10aに臨んだ奥端面10cに、形成しようとする動圧発生溝の形状に相応する凸部10dが形成されている。上部金型11は、大径穴部10aを覆い得る大きさのほぼ板状体であり、大径穴部10aに對向する下面11aに、形成しようとする動圧発生溝の形状に相応する凸部11bが形成されている。

【0025】軸体3の製造に際しては、下部金型10の小径穴部10bに、一端部の外周にネジ部12が形成された軸部2の他端部を嵌入させるとともに、下部金型10の大径穴部10aに円環板状のフランジ材13を嵌入させて、前記軸部2の一端部に外挿する。次いで、上部金型11を下部金型10に向けて移動させることにより、フランジ材13を所定の板厚まで圧縮加工する。

【0026】このようにすることにより、圧縮されたフランジ材13の両側面に、下部金型10と上部金型11のそれぞれに形成された凸部10d, 11bが侵入するとともに、フランジ材13が半径方向に沿って内方および外方へ張り出し、フランジ材13の内周が軸部2のネジ部12のネジ山に嵌合する。

【0027】上部金型11、下部金型10を取り外すと、図2に示すような、動圧発生溝7が形成されたスラストフランジ1が軸部2の一端部に一体化され、かつスラストフランジ1の両面の平面度・平行度が確保された軸体3が得られる。

【0028】つまり、1プレス加工のみで、従来のビス止め品と同等の締結状態を確保できるだけでなく、スラストフランジ1に、動圧発生溝7を形成し、平面度・平行度を確保できる。

【0029】よって、従来のビス止め工法と比較して、締結用のタップ穴やネジ穴等を形成する工程および締結工程が不要であるだけでなく、動圧発生溝のエッチング加工や、それに先立つフランジ材13の両面の研磨加工や、組み立て後の直角度を確保するため、またフランジ1の両面の平面度・平行度を確保するための、軸部2の端面およびスラストフランジ1の両面の研磨加工を省略することができ、大幅なタクトアップ、コスト低減が可能である。

【0030】なお、図3(a)に示すように、軸部2を保持する下部金型10の小径穴部10bの内径は、セット時に軸部2に対して $1\text{ }\mu\text{m} \sim 3\text{ }\mu\text{m}$ の間隙L1を形成する内径に設定される。また、フランジ材13の内径は、セット時にネジ部12に対して $10\text{ }\mu\text{m} \sim 50\text{ }\mu\text{m}$ の間隙L2を形成する内径に設定される。このことが、プレス後に軸部2とスラストフランジ1との直角度を確保するのに有用である。

【0031】また、スラストフランジ1を保持する下部金型10の大径穴部10aの内径は、セット時に軸部2へのフランジ材13の外挿を容易にするために、また軸部2に外挿されたフランジ材13が圧縮時に外形が拘束され、軸心方向へ流動して軸部2に接合されるように、セット時にフランジ材13に対して $10\text{ }\mu\text{m} \sim 30\text{ }\mu\text{m}$ の間隙L3を形成する内径に設定される。このように設定しておくことにより、フランジ材13と軸部2との嵌め合いの自動化が容易になり、プレス後のスラストフランジ1の外径管理も容易になる。図3(b)はプレス後の状態を示す。

【0032】なお、上記した実施の形態では、軸部2の一端部にネジ部12を形成したが、プレス後に軸部2とスラストフランジ1とに十分な耐抜去力及び耐回転トルク力を確保でき、また組み立て品としての剛性を確保できさえすれば、ネジ形状に限定されず、適宜な凹部、凸部を複数に形成してもよい。

【0033】上記したようなネジ部12とする場合、図

4に示すように、ネジ山12aのねじれ方向は、軸体3(スラストフランジ1と軸部2)に対して回転体(スラストプレート4とスリーブ5)が相対的に回転し浮上する時に、スラストフランジ1にかかる回転トルク、スリーブ5の大径穴部の奥面5aからの推力の回転方向への分力、という2つのエネルギーの方向に対して締まり方向となるように、設定される。

【0034】また、図5に示すように、ネジ山12aのねじれ角度 $\alpha$ は、スラストフランジ1と軸部2との相対関係において十分な耐抜去力及び耐回転トルク力、組み立て品としての剛性を確保できるように、軸部2の軸心に対して直角(0°)から平行(90°)の中から選択される。

【0035】また、図6に示すように、軸部2の軸心方向におけるネジ部12の長さは、プレス後のスラストフランジ1の板厚に対して適當長さL4だけ短くなるように設定される。このことにより、スラストフランジ1に回転体からの回転トルクが作用した時に、終端のネジ山12aが止まり効用を奏し、スラストフランジ1と軸部2との相対関係において、より十分な耐抜去力及び耐回転トルク力を確保できるとともに、組み立て品としての剛性を確保できる。

【0036】図7に示すように、ネジ部12は、外径が均一な形状であってもよいし、外径が変化する形状であってもよい。たとえば、(a)ほぼ柱状、(b)逆テーパ形状、(c)順テーパ形状、(d)中低形状(鼓形)、(e)中高形状(算盤ダマ形)、(f)波形状(瓢箪形)等が可能である。

【0037】図8に示すように、ネジ部12は、軸部2の軸心に沿う方向の端部から中央部に近づくにつれてピッチを小さく設定してもよい。図9に示すように、ネジ部12は、ネジ山12aの断面が、三角形状、四角形状、台形形状、半円形状、のこ歯形状等をなすように形成してもよい。

【0038】図10は、上記したような軸体3の製造ラインを示し、フランジ材13の製造工程に、上記したプレス加工工程が組み込まれている。すなわち、プレス加工機(全体の図示は省略する)に対して、板材14(プレスコイル材料)が一定方向に一定距離ずつ送り出されるようになっている。プレス加工機には、板材14からフランジ材13の中央穴および外形をそれぞれ打ち抜く打抜金型15a, 15bと、これらの打抜金型15a, 15bの下流で、打ち抜き完了したフランジ材13を圧縮加工する上記したのと同等の圧縮金型15cとを組み合わせた金型15を有している。金型15の近傍には、圧縮金型15cに対して、切削加工・研削加工・プレス加工等で加工された上記した軸部2を供給する軸部供給手段16と、圧縮金型15cで圧縮加工された加工品を搬出する加工品搬出手段17とが設置されている。

【0039】この構成において、一定方向に一定距離

ずつ送り出される板材14から、1回のプレスで、フランジ材13のための中心穴と、フランジ13のための外形とが並列して型抜きされ、同時に、型抜き完了したフランジ材13と軸部供給手段16から供給される軸部2とより軸体3が組み立てられる。組み立てられた軸体3は、搬出手段17により製造ライン外へと搬出される。【0040】したがって、従来は、スラストフランジ1については、両面研磨やエッチング加工等による溝加工やタップ穴加工などの加工工程が不可欠であり、また軸部2については、締結のためのネジ立て工程やビス止め工程や、端面研磨工程などの加工工程が不可欠であったものが、上記した製造ラインでは、フランジ材13の型抜きも含めて、1プレス工程、単一の金型の中で終了する。よって、従来に比べて製造タクト、製造コストを大幅に削減できる。

## 【0041】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、フランジ材を軸部に嵌め込んでプレス加工することで、フランジ材に動圧発生溝を形成すると同時に、フランジ材を軸部に接合するようにしたことにより、従来よりも工程数を削減しながら、精度のよい、信頼性の高い軸体、および同軸体を備えた動圧型スラスト軸受け装置を製造することが可能になり、究極のコストダウンも実現できる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態における動圧型スラスト軸受け装置の製造方法により、スラストフランジを軸部の一端部に有した軸体を製造する状態を示す断面図

【図2】図1の方法により製造された軸体の断面図

【図3】図1の方法により軸体を製造する際の軸部とフランジ材と金型との寸法関係を示す断面図

【図4】図1～図3に示した軸部の一端に形成されたネジ部のねじ山のねじれ方向を示す説明図

【図5】図1～図3に示した軸部の一端に形成されたネジ部のねじ山のねじれ角度を示す説明図

【図6】図1～図3に示した軸部の一端に形成されるネジ部の長さ設定を説明する断面図

## 10

【図7】図1～図3に示した軸部の一端に形成されるネジ部の形状を種々示した正面図

【図8】図1～図3に示した軸部の一端に形成されるネジ部のネジ山のピッチ設定を説明する正面図

【図9】図1～図3に示した軸部の一端に形成されるネジ部のネジ山形状を種々示した正面図

【図10】図2の軸体の製造ラインを示す説明図

【図11】従来よりある動圧型スラスト軸受け装置の断面図

【図12】従来および本発明の動圧型スラスト軸受け装置に配置される、動圧発生用グループが形成されたスラストフランジを示す正面図

## 【符号の説明】

1 スラストフランジ

2 軸部

3 軸体

4 スラストプレート

5 スリーブ

20 7 動圧発生溝

9 金型

10 下部金型

10a 大径穴部

10b 小径穴部

10d 凸部

11 上部金型

11a 凸部

12 ネジ部

13 フランジ材

30 14 板材

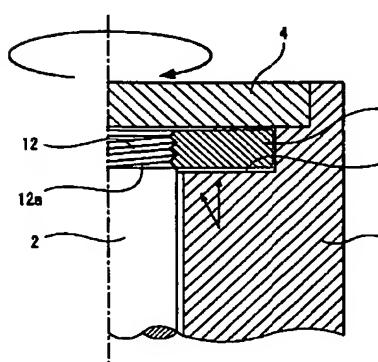
15 金型工具

15a, 15b 打抜金型

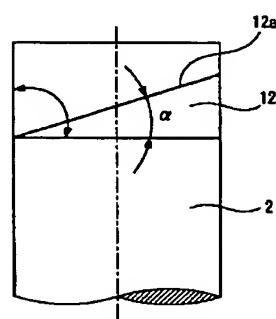
16 軸部供給手段

17 加工品搬出手段

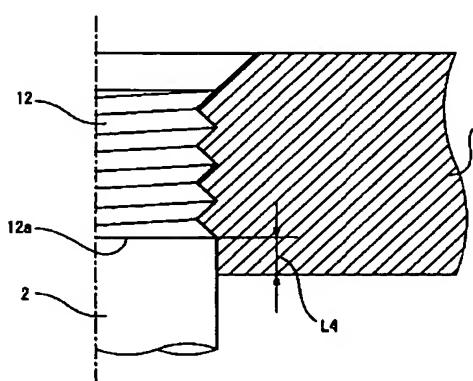
【図4】



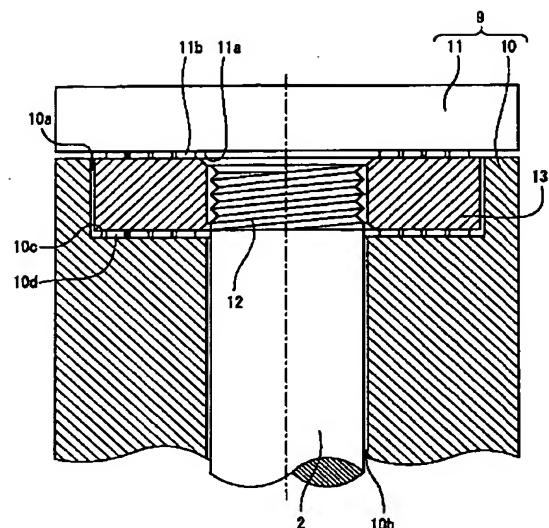
【図5】



【図6】

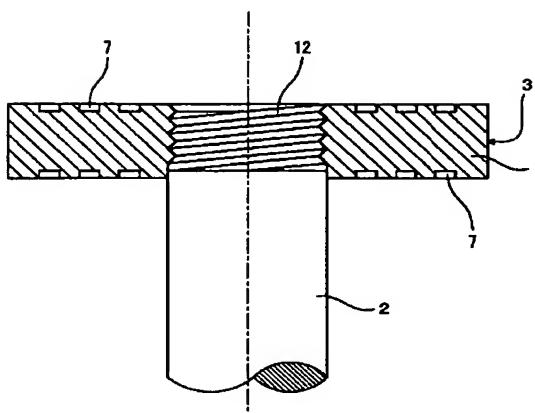


【図1】



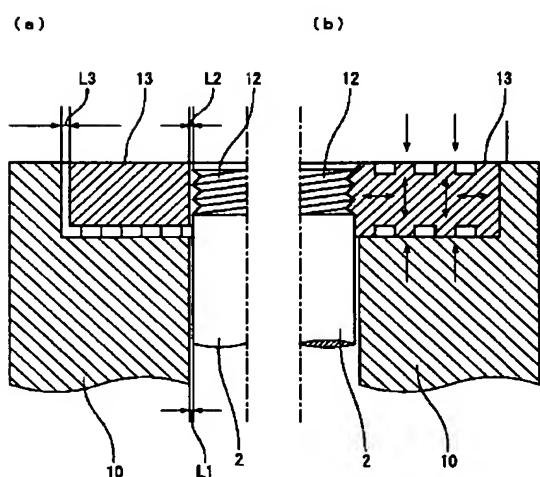
2 軸部  
10 下部金型  
10a 大径穴部  
10b 小径穴部  
10c 凸部  
11 上部金型  
11b 凸部  
12 ネジ部  
13 フランジ材

【図2】

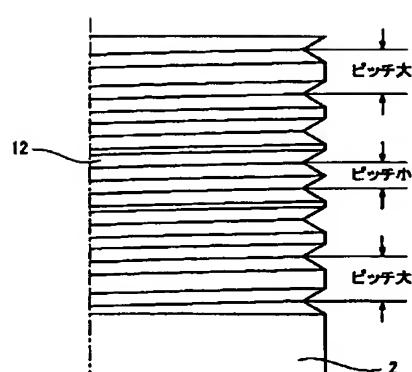


1 スラストフランジ  
2 軸部  
3 軸体  
7 動圧発生溝

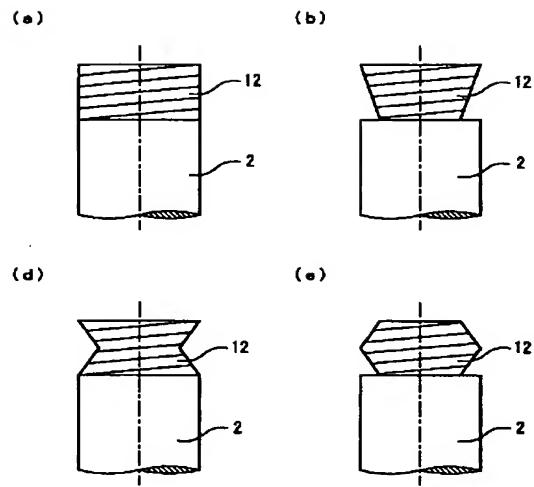
【図3】



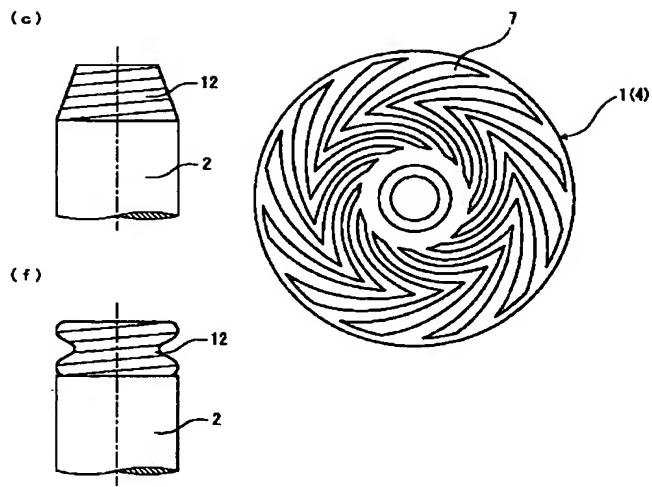
【図8】



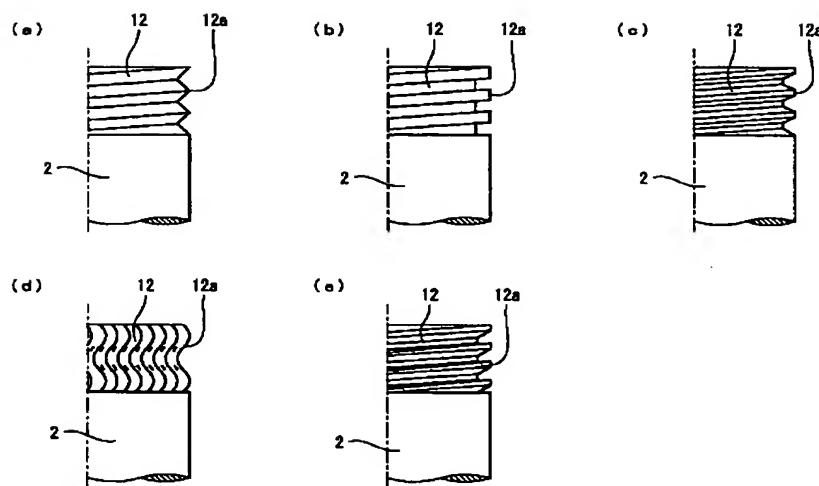
【図7】



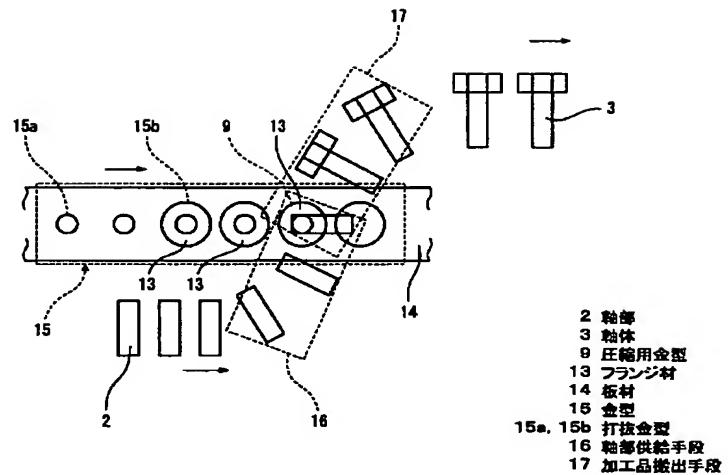
【図12】



【図9】



【図10】



【図11】

